

Nowoczesne technologie materiałowe stosowane w przemyśle lotniczym

Modern material technologies in aerospace industry

Modelowanie, konstruowanie i kontrolowanie procesu HSM z uwzględnieniem skonfigurowanego układu maszyna-przyrząd-detale

Modeling, construction and control of the HSM process taking into consideration the configured machine-instrument-detail system

Politechnika Warszawska, Politechnika Rzeszowska

Wyniki badań Results

Systemu obróbki wirtualnej w aspekcie zwiększania wydajności objętościowej obróbki.

- Zadania:**
- Propozycja systemu obróbki wirtualnej w aspekcie zwiększania wydajności obróbki
 - Przykłady efektywnego wykorzystania komercyjnie dostępnych systemów
 - Symulacja i weryfikacja procesu skrawania bazującego na wynikach obróbki wirtualnej

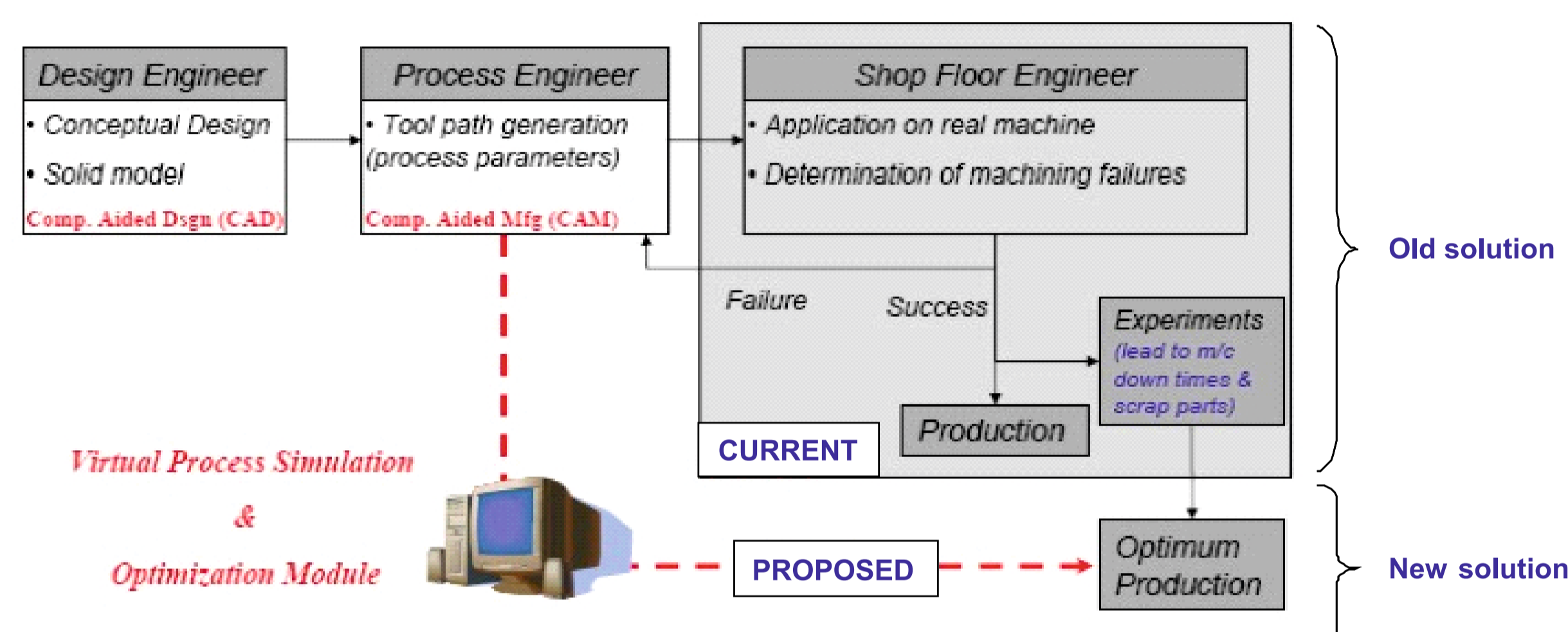
- Objectives**
- Proposal of the virtual machining system to improve preparation of cutting process
 - Deploy of commercially available systems
 - Simulations and verifications of the cutting process

Charakterystyka obróbki wirtualnej

- Pomaga modelować dokładność obrabianej części
- Alokuje błędy projektowe i wykonawcze maszyn obróbkowych
- diagnozuje źródła błędów maszyn obróbkowych

General characteristics of Virtual Machining (VM)

- Helps predict the accuracy of parts to be made
- Allocates errors in design and manufacture of machine tools
- Diagnoses the source of errors in machine tools



Schemat procesu obróbki wirtualnej Virtual machining general characteristics

Rysunek przedstawia stan aktualny oraz proponowaną metodę przygotowania procesu obróbki. Obecny model składa się z następujących sekwencji: model CAD, wygenerowany tor ruchu narzędzia CAM, kosztowny proces wyboru i optymalizacji parametrów obróbki (w dużej mierze oparty na wieloletnim doświadczeniu pracowników). Celem obróbki wirtualnej jest maksymalne skrócenie tego ostatniego etapu implementacji obróbki.

Picture presents current and proposed method of machining process preparation. In current method we have chain: CAD model, CAM tool path and at the end long, expensive process of matching optimized cutting parameters (which are mainly based on human experience or previous and similar process). By VM technique we want to shrink that point as much as possible so as to get a competitive products.

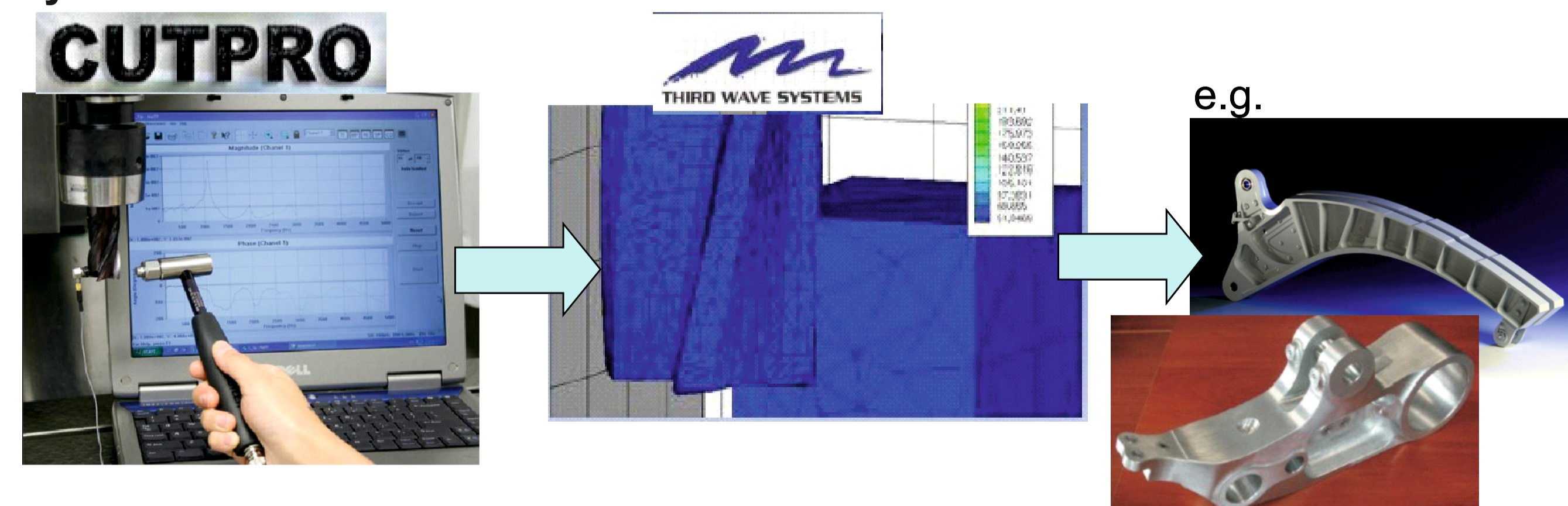
Zalety obróbki wirtualnej / Virtual machining - advantages

- optymalizacja procesu skrawania
- większa wydajność procesu obróbki
- zmniejszenie zużycia narzędzia

- optimizes metal cutting process
- faster cutting
- reduced tool wear

cheaper and more competitive production

Propozycja systemu obróbki wirtualnej / Virtual machining - proposed system



cutting forces, temperature, stability lobes

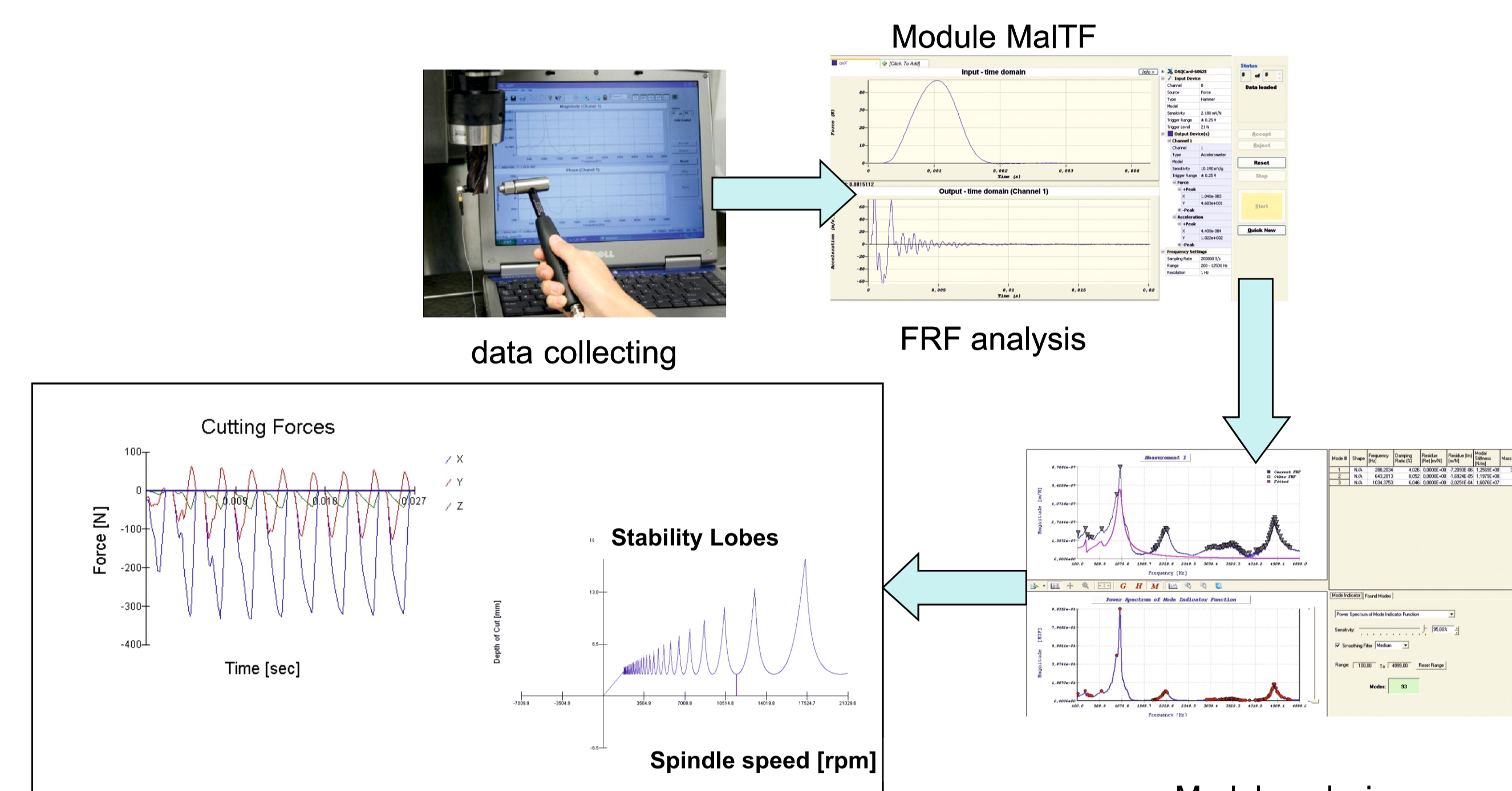
G-code optimization

Proponowany rozwiązanie składa się z dwóch komercyjnie dostępnych systemów:
- moduł CUTPro wykorzystywanego do wyboru możliwie najlepszych parametrów obróbki pod względem jej stabilności i wydajności
- moduł AdvantEdge stosowanego do optymalizacji toru ruchu narzędzia tzw. G-kody wygenerowane przez systemy CAM

Proposed solution is composed of 2 commercially available systems:
- CUTPro package used for selection best cutting parameters in terms of stability and removal material rate.
- AdvantEdge system for optimize G-code originally created at common used CAM system.

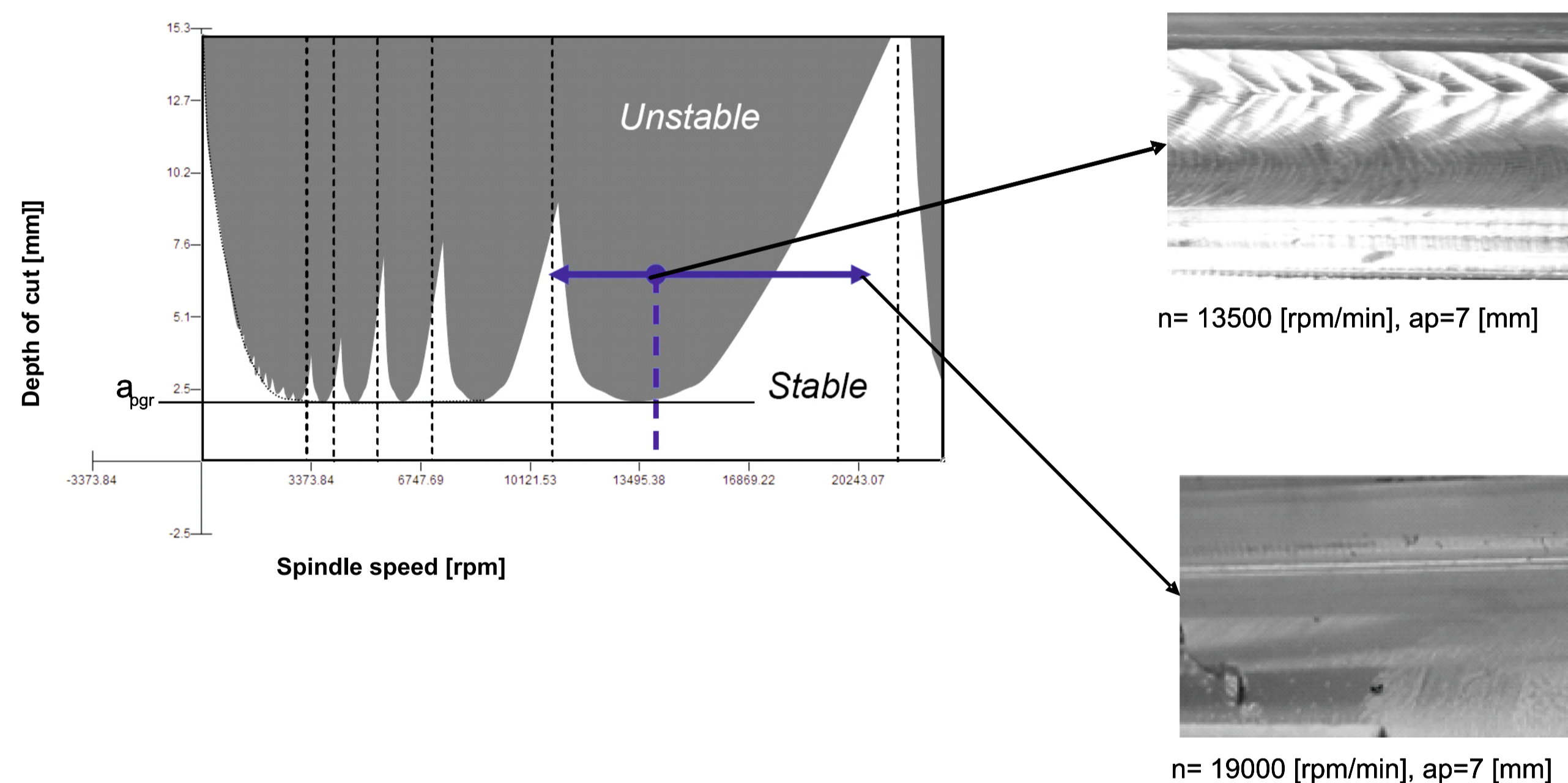
Schemat postępowanie pracy w wykorzystaniem systemu CUTPro/ Generic CUTPro workflow

The system is composed of a few main stages. At the beginning data collecting needs to accomplish which is realize on the particular machine tool, with particular cutting tool used in the process. On the picture presented data collecting using accelerometer and impact hammer. For further analysis mean value of 5 subsequent measurement is used. At the next step the data must be analyzed in terms of identifying effective frequency range. Afterwards in the modal analysis module, dynamic characteristics of a machine tool and mode shapes are determines (i.e. natural frequency, damping ratio and stiffness of each mode from FRF- frequency response functions). Based on these data in the next step stability lobes and other predictions is made.

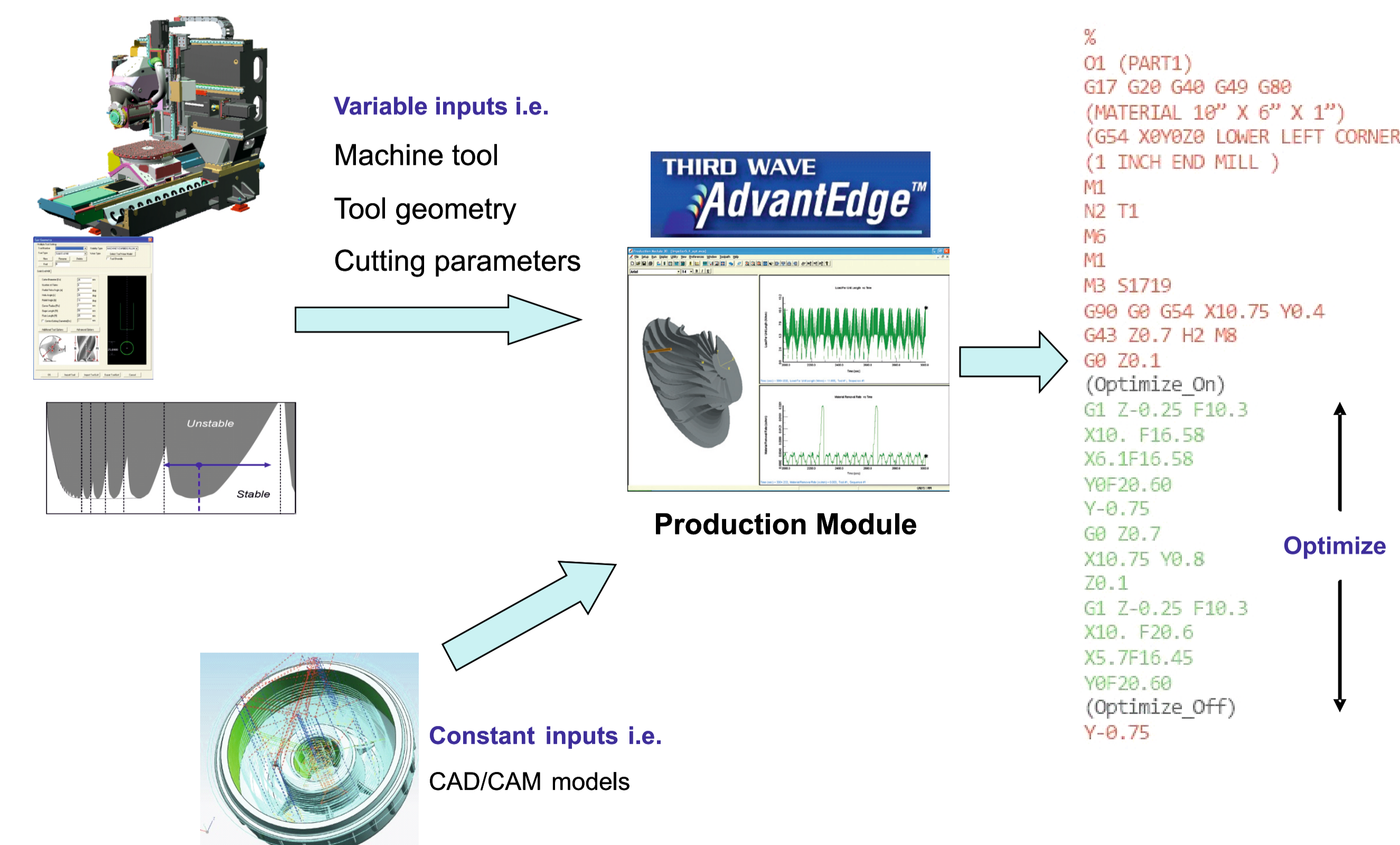


Wybór optymalnych parametrów technologicznych skrawania / Stability lobes cutting speed selection

For our analysis most important is stability lobes which help identify stable and as much as possible productive cutting parameters. Area above stability lobes curve is unstable which means low quality surface and increased tool wear. In order to avoid these drawbacks cutting in stability area (below the curve) is recommended.



Optymalizacja toru ruchu narzędzia w systemie AdvantEdge / AdvantEdge – NC code optimization



Schemat pracy systemu Advant Edge Production Modul / Advant Edge production modul workflow

Second part of proposed system is NC code optimization software called AdvantEdge Production Module. This system requires many different inputs which we differ into two groups:
- variable inputs which depend on particular system characteristic (machine tool, tool geometry, cutting parameters)
- constant inputs which are permanent throughout the process (CAD model, CAM toolpath)
Based on these inputs plus additionally optimization criterion the system is able to regenerate the NC code so us to get one most optimized.

Weryfikacja działania proponowanego systemu VM / Proposed VM system verification

Part to machining: Pocket part type

Material: 7050-T7451

Tool: Mitsubishi

Feedrate: 0,1 [mm/flute]

Teeth: 3

Radius: 20 [mm]

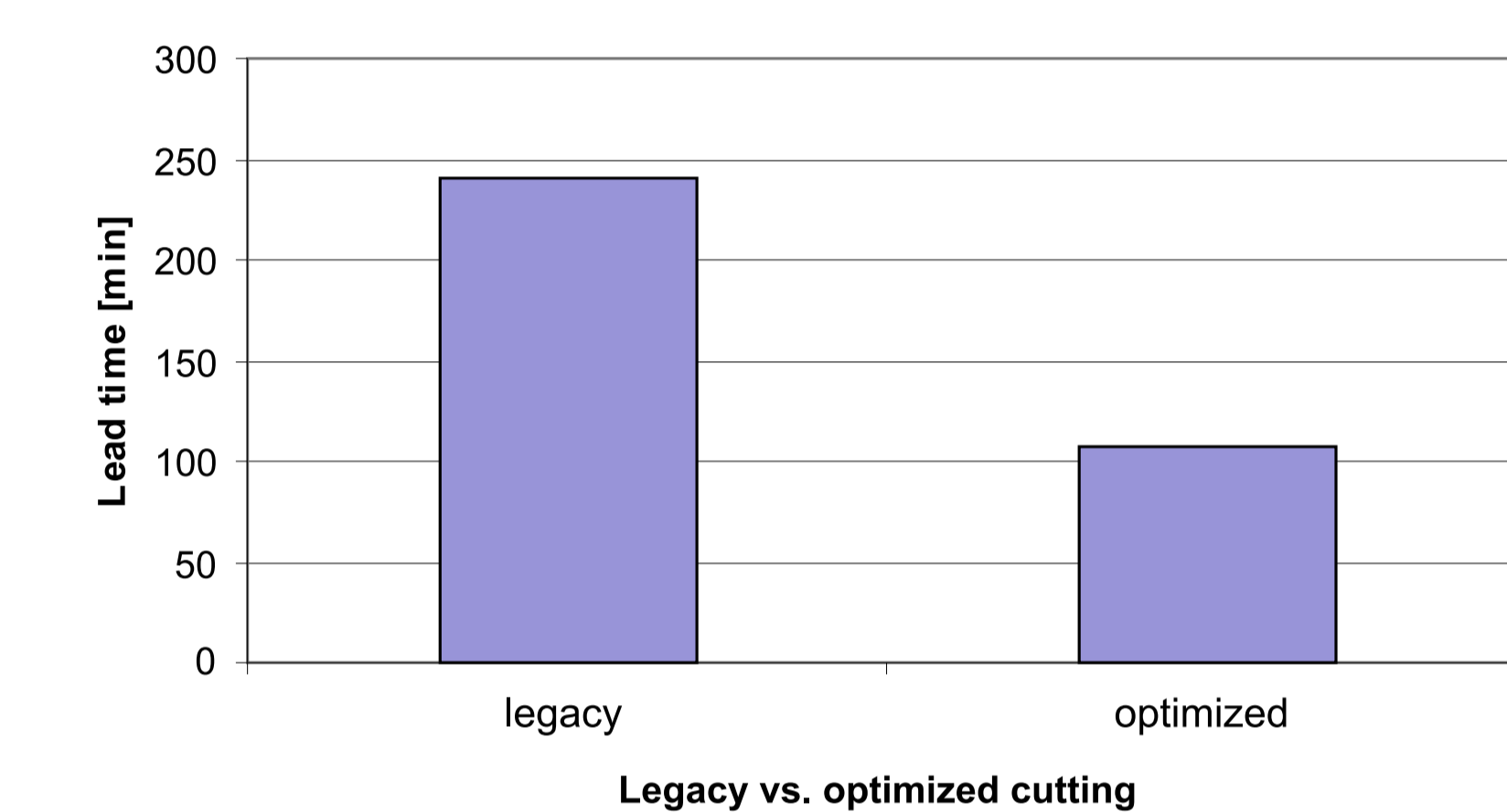
Length: 32 [mm]

Helix: 30 [°]

Rake: 5 [°]

Machine tool: DMU 80P duoBlock

CAM: NX6.0

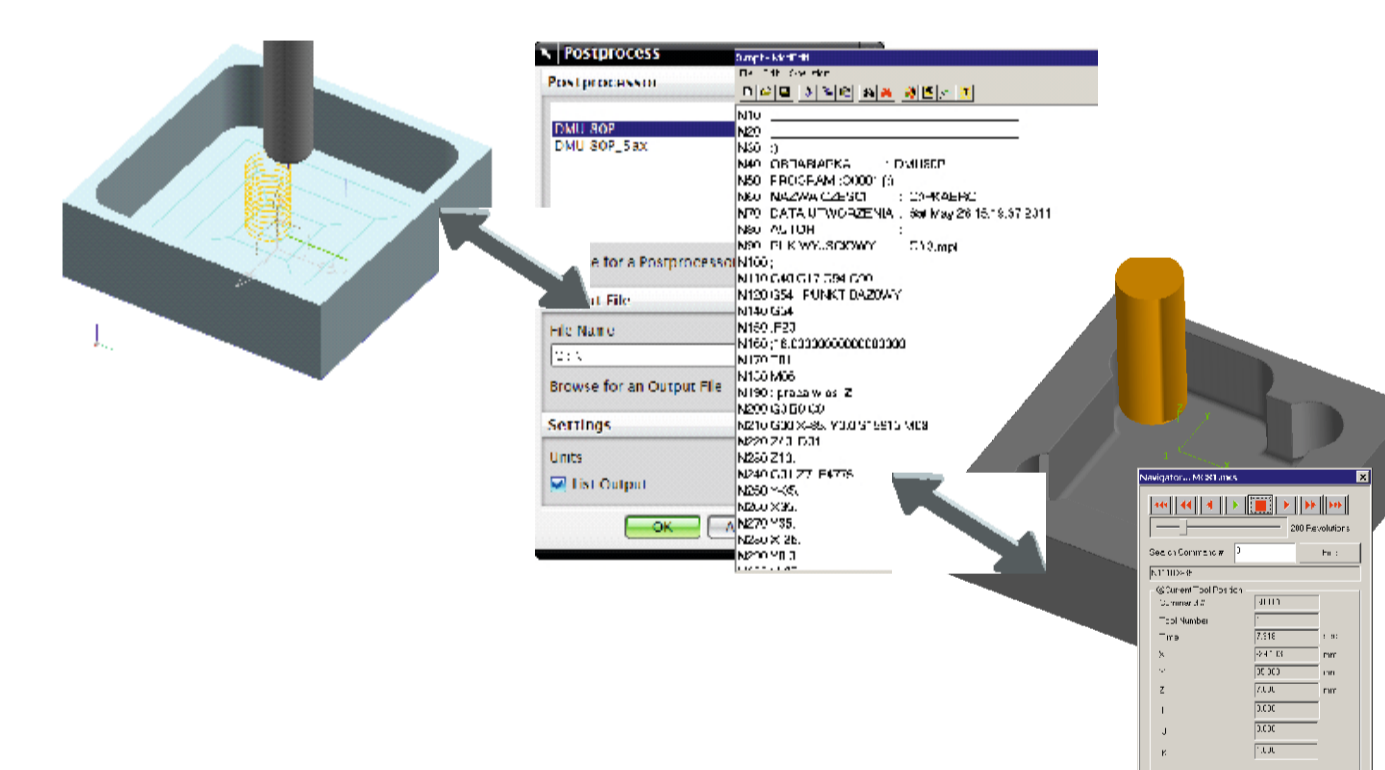


As a result proposed method decrease lead time by 55% in comparison to legacy technology.

Beside optimized and streamline performance of cutting process, sufficient level of quality and stability was reached.

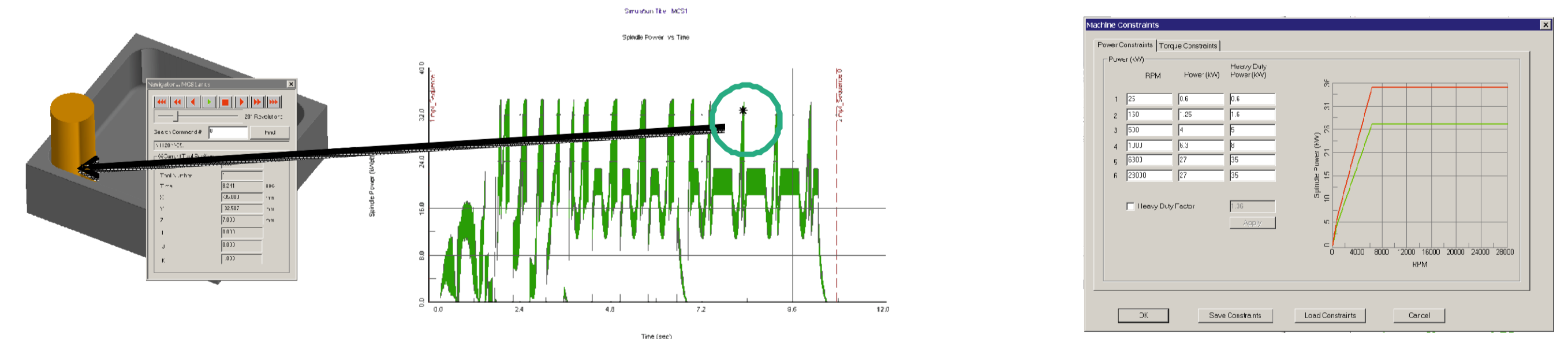
But problems with tool engage and corner machining were observed.

Wykorzystanie proponowanego systemu pozwoliło na skrócenie czasu obróbki o ok. 55% w porównaniu do sytuacji sprzed optymalizacji. Poza zwiększeniem wydajności obróbki uzyskano również polepszenie jakości dzięki dużej stabilności procesu. Zauważono problemy dotyczące wejścia ostrza narzędzia w materiał obrabiany oraz procesu obróbki naroży.



Simplified scheme of NC code optimization:

- Tool path generation/simulation using commercial CAM system
- Postprocessing and CNC code generation
- Setup criteria for optimization (constant spindle power)



To solve this problem CNC code must be regenerated

- Simplified scheme of NC code optimization is as follow:
- Tool path generation/simulation using commercial CAM system
 - Postprocessing and CNC code generation
 - Setup criteria for optimization (constant spindle power)

Different criteria for optimization are available but most appropriate seems to be constant spindle power whereby system reduce feedrate speed to preserve constant cutting zone.

Wnioski Conclusions

Opracowano koncepcję systemu obróbki wirtualnej modelowania i wytwarzania części. Metoda pozwala na efektywny dobór parametrów technologicznych skrawania oraz optymalizację toru ruchu narzędzia. Weryfikacja metody udowodniła jej zakładaną skuteczność. Zauważono problemy dotyczące momentu wejścia ostrza w materiał obrabiany oraz obróbkę naroży co wynika z dynamicznej zmiany obciążenia narzędzia. Dalsze prace powinny skupić się na wypracowaniu metod eliminacji lub kontroli tych obciążeń.

Virtual machining system in modeling and manufacturing of parts was development. This method allows for reliable cutting process modeling and selection of optimized cutting parameters. A good result of proposed application on real existing part was obtained. Further development in CNC code optimization is necessary to streamline tool-to-workpiece engage and corner machining.

Wskaźniki realizacji celów projektu Indicators of the project

- Referaty**
1. Mariusz Mucha, Robert Ostrowski, *Virtual machining - new trends in modeling and manufacturing of aerospace parts* .6th Int. Conference „Supply on the wings” Nov. 2-4, 2011 Frankfurt, Germany